



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR* PNJ DENGAN KONDISI *ACKERMAN*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Spaski Raditio

NIM. 2202311070

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

MEI, 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR* PNJ DENGAN KONDISI *ACKERMAN*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Spaski Raditio

NIM. 2202311070

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

MEI, 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR PNJ DENGAN KONDISI ACKERMAN*

Oleh:

Spaski Raditio

NIM. 2202311070

Program Studi Diploma

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir., Rosidi, S.T., M.T.

NIP. 196509131990031001

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

Nip. 196306191990031002

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR* PNJ DENGAN KONDISI *ACKERMAN*

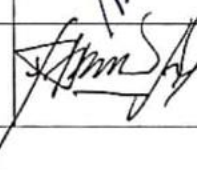
Oleh:

Spaski Raditio

NIM. 2202311070

Program Studi Diploma

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 16 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Diploma III pada Program Studi Jurusan Teknik Mesin

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir., Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Ketua		25/7 '25
2	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto. Dipl.Ing. MT. NIP. 196512131992031001	Anggota		25/7 '25
3	Hamdi, S.T. M.Kom. NIP.196004041984031002	Anggota		25/7 '25

Depok, 16 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng., Ir., Muslimin, S.T., M.T., Iwe

Nip. 197707142008121005



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Spaski Reditio

NIM : 2202311070

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya.

Depok, 16 Juli 2025



Spaski Reditio

NIM. 2202311070



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR* PNJ DENGAN KONDISI *ACKERMAN*

Spaski Raditio¹⁾, Rosidi¹⁾

Program Studi D III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: spaski.raditio.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABTRAK

Penelitian ini membahas analisis sistem kemudi dan *geometry* pada mobil listrik *Blue Warrior* PNJ dengan fokus pada implementasi prinsip *Ackerman*. Sistem kemudi menjadi aspek penting pada kendaraan, terutama pada perlombaan kategori slalom yang membutuhkan manuver dengan kecepatan rendah. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah terjadinya *understeer* pada Mobil *Blue Warrior*, sehingga diperlukan optimasi melalui *geometry Ackerman* dengan kombinasi sudut *camber*. Penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan metode komparatif, yaitu membandingkan karakteristik mobil dengan *geometry Ackerman* dan kombinasi sudut *camber*. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, studi lapangan, dan simulasi menggunakan perangkat lunak Adams Car dan SimScale. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan sudut *camber* -5° pada bagian depan dan -3° pada bagian belakang pada *geometry Ackerman* mampu meminimalisir terjadinya *understeer* dan memberikan respons kemudi yang lebih baik, khususnya pada kondisi kecepatan rendah dengan nilai *understeer* indeks -0.0049 . Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem kemudi pada kendaraan listrik selanjutnya, serta memberikan pemahaman lebih bagi mahasiswa mengenai karakteristik arah gerak dan perilaku kendaraan saat bermanuver.

kata kunci: *Ackerman*, sistem kemudi, sudut *camber*, kendaraan listrik



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS SISTEM KEMUDI DAN *GEOMETRY* PADA MOBIL LISTRIK *BLUE WARRIOR* PNJ DENGAN KONDISI *ACKERMAN*

Spaski Raditio¹⁾, Rosidi¹⁾

Program Studi D III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: spaski.raditio.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study discusses the analysis of the steering system and geometry of the Blue Warrior PNJ electric car with a focus on the implementation of the Ackerman principle. The steering system is an important aspect of the vehicle, especially in slalom category races that require low-speed maneuvers. The main problem identified is the occurrence of understeer in the Blue Warrior Car, so it is necessary to optimize it through Ackerman geometry with a combination of camber angles. The study was conducted quantitatively with a comparative method, namely comparing the characteristics of the car with Ackerman geometry and a combination of camber angles. Data collection was carried out through literature studies, field studies, and simulations using Adams Car and SimScale software. The results of the analysis show that the application of a camber angle of -5° at the front and -3° at the rear in the Ackerman geometry is able to minimize understeer and provide better steering response, especially at low speed conditions with an understeer index value of -0.0049 . These findings are expected to be a reference in the development of steering systems in future electric vehicles, as well as provide students with a better understanding of the characteristics of the direction of motion and vehicle behavior when maneuvering.

kata kunci: *Ackerman*, steering system, *camber* angle, electric vehicle



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGHANTAR

Puji serta syukur tercurahkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat Nya penulis dapat menuntaskan tugas akhir dengan judul “**Analisis Sistem Kemudi dan Geometry pada Mobil Listrik *Blue Warrior* PNJ dengan Kondisi *Ackerman***” tepat waktu. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Program Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak , oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng., Ir., Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir., Rosidi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen dan Staf di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah membimbing dan memberikan ilmu sejak awal perkuliahan.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Teman-teman KSM Mobil Listrik PNJ yang memberikan support dalam pembuatan tugas akhir.
7. Silvia Purnomo Putri yang telah memberikan ide dan gagasan kepada penulis dalam pembuatan tugas akhir.
8. Dita Fauzia Cahyani yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam pembuatan tugas akhir.
9. Rekan-rekan Program Studi Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Demikian sedikit kata pengantar tugas akhir ini, semoga keberkahan selalu dilimpahi kepada pihak yang terkait. Segala kritik dan saran diharapkan dapat menjadi perbaikan bagi semua yang terlibat.

Depok, 16 Juli 2025

Spaski Raditio

NIM. 2202311070





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

ABTRAK.....	v
ABTRACT	vi
KATA PENGHANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Sistem Kemudi.....	6
2.2. <i>Ackerman</i>	7
2.3. Perilaku Kendaraan Belok.....	8
2.3.1. <i>Oversteer</i>	8
2.3.2. <i>Understeer</i>	8
2.3.3. Netral.....	9
2.4. Perumusan Gaya Kendaraan Saat Berbelok.....	10
2.4.1. Titik Berat Mobil.....	10
2.4.2. Radius Putar <i>Ackerman</i>	11
2.4.3. Sudut Side Slip.....	13
2.4.4. Gaya <i>Centrifugal</i>	14
2.4.5. Gaya Gesek pada Ban	16



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.6. Gaya Normal Ban.....	17
2.4.7. Koefisien Angguk (<i>Pitching</i>)	18
2.4.8. Tekanan Dinamis.....	20
2.4.9. Momen Angguk (<i>Pitching</i>) Aerodinamik.....	20
2.4.10. Gaya Angkat Angin.....	21
2.4.11. Gaya Hambat Angin.....	22
2.4.12. Gaya Lateral.....	23
2.4.13. <i>Camber Thrust</i>	23
2.4.14. <i>Camber Stiffness</i>	24
2.4.15. <i>Cornering Stiffness</i>	25
2.4.16. Gaya Longitudinal.....	25
2.4.17. Sudut Slip.....	27
2.4.18. Radius Belok Nyata.....	29
2.4.19. Skid	30
2.4.20. Yawing.....	31
2.4.21. <i>Understeer Index</i> (K_{us}).....	32
2.4.22. <i>Camber</i>	33
2.5. Komponen Sistem Kemudi.....	36
2.5.1. <i>Steering Wheel</i>	36
2.5.2. <i>Steering Column</i>	37
2.5.3. <i>Rack And Pinion Gear</i>	38
2.5.4. <i>Tie Rod</i>	38
2.5.5. <i>Knuckle</i>	39
2.6. <i>Software Simulasi</i>	40
2.6.1. MSC Adams Car	40
2.6.2. SimScale.....	41
2.7. Kajian Literatur	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	44



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1. Jenis Penelitian.....	44
3.2. Objek Penelitian.....	44
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	44
3.4. Metode Analisa Data.....	44
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	45
3.6. Penjelasan Diagram Alir	46
3.6.1. Identifikasi Masalah.....	46
3.6.2. Studi Literatur	46
3.6.3. Studi Lapangan.....	46
3.6.4. Pengumpulan Dan Pengolahan Data.....	46
3.6.5. Analisa Perhitungan	47
3.6.6. <i>Understeer</i> Indeks	47
3.6.7. Simulasi.....	47
3.6.8. Kesimpulan dan Saran.....	47
3.7. Metode Pemecahan Masalah.....	47
BAB IV PEMBAHASAN.....	48
4.1. Spesifikasi	48
4.2. Perhitungan Titik Berat Mobil	48
4.2.1. Perhitungan Berat Sumbu Roda Depan	49
4.2.2. Perhitungan Berat Sumbu Roda Belakang.....	49
4.3. Sudut Belok <i>Ackerman</i>	49
4.4. <i>Side Slip</i>	50
4.5. Gaya <i>Centrifugal</i>	50
4.5.1. Gaya <i>centrifugal</i> ban depan	51
4.5.2. Gaya <i>centrifugal</i> ban belakang.....	51
4.6. Tekanan Dinamis.....	52
4.7. Koefisien Angguk (<i>Pitching</i>)	52
4.8. Momen Angguk (<i>Pitching</i>) <i>Aerodynamic</i>	53



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.9. Gaya Angkat Angin.....	53
4.10. Gaya Hambat Angin.....	54
4.11. Gaya Normal Pada Ban.....	54
4.11.1. Gaya normal pada ban depan.....	54
4.11.2. Gaya Normal Pada Ban Belakang.....	55
4.12. Load Radius	56
4.13. Gaya Longitudinal.....	56
4.14. Gaya Lateral.....	57
4.15. Sudut Slip Terhadap Gaya Traksi.....	57
4.16. <i>Cornering Stiffness</i>	58
4.17. <i>Camber Stiffness</i>	58
4.18. <i>Camber Thrust</i>	59
4.20 Sudut Slip Akibat Sudut <i>Camber</i>	60
4.20.1. Sudut slip akibat sudut <i>camber</i> depan.....	60
4.20.2. Sudut slip akibat sudut <i>camber</i> belakang.....	61
4.21. Gaya Gesek Pada Ban.....	63
4.21.1. Gaya gesek ban depan.....	63
4.21.2. Gaya gesek ban belakang.....	63
4.22. Analisa Skid	64
4.23. Radius Belok Nyata.....	64
4.24. <i>Understeer</i> Indeks.....	65
4.25. Perhitungan Yaw	78
4.26. Simulasi.....	83
4.26.1. Simulasi CFD.....	83
4.26.2. Simulasi cornening.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	86
5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran.....	86

REFERENSI.....	88
----------------	----



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Sistem Kemudi Sumber : Dixon, 2009.....	6
Gambar 2 2 Ackerman Sumber : Gilliespie, 2010	7
Gambar 2 3 Oversteer Sumber : Cheol, 2022	8
Gambar 2 4 Understeer Sumber : Cheol, 2022	9
Gambar 2 5 Normal Steer Sumber : Cheol, 2022	9
Gambar 2 6 Distribusi Berat Mobil Sumber : Gilliespie, 2010.....	10
Gambar 2 7 Radius Putar Ackerman Sumber : Sutantra, 2010	12
Gambar 2 8 Sudut Side Slip Sumber : Sutranta, 2010	13
Gambar 2 9 Gaya Centrifugal Sumber : Takahiro, 2016.....	14
Gambar 2 10 Gaya Pada Ban Sumber : Sutantra, 2010	17
Gambar 2 11 Momen Angguk (Pitching) Mobil	19
Gambar 2 12 Gaya Angkat Angin Sumber : Sutantra, 2010	21
Gambar 2 13 Gaya Hambat Angin Sumber : Erlangga, 2022	22
Gambar 2 14 Camber Thrust Sumber : Gillispie, 2010	24
Gambar 2 15 Brush Model Sumber : Ganta, 2023.....	26
Gambar 2 16 Radius Load pada ban Sumber : Ganta, 2023	27
Gambar 2 17 Sudut slip Sumber : Gillispie, 2010	28
Gambar 2 18 Skid Sumber : Rajesh, 2012	31
Gambar 2 19 Yawing Sumber: sutantra, 2010.....	31
Gambar 2 20 Camber Sumber, Rosava, 2022	33
Gambar 2 21 cog sumbu x Sumber : Karmiadji, 2021.....	34
Gambar 2 22 Steering wheel Sumber: Leyva, 2011.....	37
Gambar 2 23 Column Steer sumber: Selvamanikandan, 2020	37
Gambar 2 24 Rack and Pinion Gear Steering Sumber: Kumar, 2022	38
Gambar 2 25 Tie Rod Sumber: Ozsoy, 2015.....	39
Gambar 2 26 Knuckle Sumber: Akilan, 2024	40
Gambar 2 27 Software MSC Adams Sumber: Hexagon, 2019	40
Gambar 2 28 Software SimsScale Sumber : SimScale, 2022	41
Gambar 3 1 Diagram Alir.....	46
Gambar 4 1 CoG pada sumbu x	80
Gambar 4 2 CoG pada Sumbu y	81
Gambar 4 3 CoG Pada Sumbu z	82
Gambar 4 4 Simulasi CFD dengan SimScale	83



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4 5 Simulasi Cornering dengan MSC Adams.....	84
Gambar 4 6 Kecepatan Terhadap Side Slip.....	85
Gambar 4 7 Jarak Keluar Mobil Terhadap Jalan.....	85





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Nilai Koefisien Adhesi Sumber : Sutranta, 2010	16
Tabel 4 1 Spesifikasi Mobil Blue Warrior.....	48
Tabel 4 2 Hasil Camber Thrust	59
Tabel 4 3 Sudut Slip Depan dan Belakang.....	62
Tabel 4 4 Understeer Indeks.....	65





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2024, kelompok studi mahasiswa (KSM) Molis Politeknik negeri jakarta (PNJ) mengikuti perlombaaan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) yang berada di Bandung Jawa Barat. Pada perlombaan tersebut terdapat kategori slalom dimana sistem kemudi pada mobil menjadi utama pada kategori ini. Hal tersebut membuat sistem kemudi pada mobil menjadi hal penting. Sistem kemudi merupakan suatu mekanisme pada kendaraan yang berfungsi untuk mengatur dan membelokkan roda depan (Dwi Artika et al., 2017: 2).

(Bonera et al., 2020: 1) Sistem kemudi dan *geometry* berperan penting dalam menentukan respons sentuhan yang dirasakan pengemudi melalui tangan saat memegang roda kemudi, persepsi ini sering disebut “*steering feel*” dianggap penting karena kemudi adalah jalur komunikasi utama pengemudi dengan mobil. Menurut (Dixon, 2009: 1) Kontrol arah pada kendaraan biasanya dicapai dengan mengendalikan roda depan, yaitu dengan memutarinya pada sumbu vertikal. Rotasi kemudi efektif roda relatif terhadap garis tengah bodi dilambangkan. Hal ini terutama merupakan hasil gerakan roda tangan kemudi oleh pengemudi, tetapi sebagian merupakan hasil karakteristik suspensi (*bump steer*, *roll steer*, dan *compliance steer*).

Pada sistem kemudi terdapat komponen yang digunakan, komponen tersebut diantaranya adalah *knuckle*, *tie rod*, *rack and pinion gear*, *steering column*, dan *steering wheel*. Biasanya sistem kemudi pada kendaraan ditunjang dengan mekanisme *power steering*, mekanisme *power steering* pada kendaraan kebanyakan menggunakan mekanisme *hydraulic power steering* dan *electric*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

power steering (EPS). Mekanisme *power steering* berperan sebagai menjaga kestabilan pada saat berkendara dan mempermudah Ketika kendaraan berbelok.

Pada sistem kemudi terdapat fenomena yang terjadi pada saat kendaraan berbelok, salah satunya adalah efek *Ackerman*. Menurut (Liu, 2023: 1) efek *Ackerman* merupakan fenomena mekanis yang terkait dengan sistem kemudi kendaraan. Dalam desain kemudi berbasis prinsip *Ackerman*, roda di sisi dalam belokan akan berputar dengan sudut yang lebih besar dibandingkan roda di sisi luar, karena roda tersebut berada lebih dekat dengan pusat radius belokan.

Namun pada perancangan sebuah sistem kemudi pada kendaraan terutama pada mobil, memiliki kekurangan pada karakteristik mobil ketika berbelok. Pada Mobil *Blue Warrior* mempunyai karakteristik *understeer* pada saat berbelok. Karena *understeer* pada Mobil *Blue Warrior* sangat parah sehingga membuat pengendalian terasa sulit ketika berbelok. Salah satu faktor yang mempengaruhi *understeer* tersebut adalah sudut *camber* pada ban depan dan ban belakang. Karena perbedaan sudut *camber* tersebut yang membuat karakteristik pengendalian berubah. Hal ini menjadi halangan ketika mengikuti perlombaan seperti Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) dengan kategori slalom yang mengutamakan kinerja sistem kemudi pada mobil.

Dari permasalahan tersebut penulis tertarik untuk melakukan simulasi dan perhitungan karakteristik sistem kemudi mobil listrik *Blue Warrior* melalui *software Adams car* dan *SimScale* untuk melakukan perbandingan sudut *camber* pada bagian ban depan dan sudut *camber* pada bagian ban belakang dengan menggunakan *geometry Ackerman* pada Mobil *Blue Warrior*, dengan tujuan untuk meminimalisir *understeer* dan *oversteer* pada mobil . Penulis juga melakukan perhitungan radius belok *Ackerman* dan radius belok nyata pada kemudi Mobil *Blue Warrior*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada laporan tugas akhir ini meliputi:

1. Apakah *geometry Ackerman* lebih baik dengan sudut *camber* 10° hingga -10° untuk meminimalisir *understeer* dan *oversteer* pada mobil?
2. Bagaimana karakteristik mobil ketika berbelok dengan menggunakan *geometry Ackerman* dengan sudut 10° hingga -10° pada ban depan dan belakang?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Laporan tugas akhir ini membahas mengenai analisis karakteristik sistem kemudi pada Mobil *Blue Warrior* tanpa meliputi proses manufaktur serta bahan material yang digunakan.
2. Sistem kemudi pada Mobil *Blue Warrior* menggunakan *rack and pinion* tanpa mekanisme *power steering*.
3. Analisis karakteristik Mobil *Blue Warrior* menggunakan software *Adams car* dan *SimScale*.
4. Jalan yang dilalui dianggap rata dan tidak bergelombang dengan permukaan jalan menggunakan aspal kering.
5. Spesifikasi pada Mobil *Blue Warrior* memiliki *wheelbase* 1194,6 mm dan memiliki lebar depan dan belakang 1250 mm serta tinggi 1050 mm.
6. Analisa diasumsikan mobil merupakan satu benda kaku yang mengabaikan pengaruh sistem suspensi dan sasis pada mobil.
7. Analisa pada tugas akhir ini menggunakan ban radial baru yang memiliki tekanan sebesar 28 psi dengan mengabaikan keausan pada ban Mobil *Blue Warrior*.
8. Analisa pada tugas akhir ini diasumsikan memiliki densitas udara $1,16 \text{ Kg/m}^3$.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari laporan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui sudut *camber* yang tepat pada untuk meminimalisir *understeer* dan *oversteer* pada mobil.
2. Mengidentifikasi karakteristik mobil ketika berbelok dengan menggunakan *geometry Ackerman* dengan sudut 10° hingga -10° pada ban depan dan ban belakang.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari laporan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Memberikan referensi untuk pengembangan dan penelitian sistem kemudi pada tahap selanjutnya.
2. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai konsep arah gerak kendaraan dan karakteristik perilakunya.

1.6. Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini dibuat untuk mempermudah dalam pembacaan dan akan dibagi sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang menguraikan latar belakang rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi rangkuman pustaka yang diperoleh sebagai penunjang penyusunan laporan, meliputi pembahasan pokok yang akan dibahas lebih lanjut dalam laporan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini membahas metode yang diterapkan dalam pelaksanaan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan dalam perancangan penulisan, yang mencakup diagram alir proses penulisan serta pendekatan dalam pemecahan masalah.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang perhitungan teknis dari komponen-komponen yang bekerja pada sistem *steering* pada Mobil *Blue Warrior*.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini memuat ringkasan dari seluruh hasil pembahasan, di mana kesimpulan yang disampaikan bertujuan untuk menjawab tujuan dan rumusan masalah yang telah dirumuskan dalam penelitian, serta dilengkapi dengan saran atau pendapat penulis yang relevan dengan topik penelitian.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *geometry Ackerman* pada sistem kemudi mobil listrik *Blue Warrior* dapat disimpulkan dengan :

1. *Geometry Ackerman* dengan sudut *camber* depan -5° dan sudut belakang -3° merupakan kombinasi sudut *camber* paling baik, dikarenakan kombinasi sudut tersebut menghasilkan pengendalian yang hampir netral dengan nilai *understeer* indeks -0.0049 meskipun mobil masih mengalami *oversteer* namun nilai tersebut yang paling mendekati netral atau nol. Meskipun untuk radius putar nyata kombinasi sudut *camber* depan -5° dan sudut belakang -3° memiliki nilai 4.5667 m bukan merupakan sudut putar yang paling kecil, Dimana yang paling kecil radius putar nyata dengan kombinasi sudut putar *camber* depan -10° dan sudut belakang 10° yang memiliki nilai 4.2466 m saja. Karena nilai *understeer* indeks lebih diutamakan karena penulis mengutamakan karakter pengendalian yang terbaik maka sudut *camber* depan -5° dan sudut belakang -3° yang terbaik untuk mobil *Blue Warrior*.
2. Dengan hasil perhitungan kombinasi sudut *camber* diperoleh data karakteristik mobil mengalami *oversteer* sebanyak 270 kombinasi sudut *camber* dan mobil mengalami *understeer* sebanyak 171 kombinasi sudut *camber*, hal ini bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti permukaan jalan, gaya normal pada ban dan lain-lain.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dari tugas akhir ini, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan selanjutnya yang bisa digunakan. Berikut beberapa saran yang dapat membantu untuk pengembangan lanjut terkait tugas akhir ini:

1. Dalam perencanaan perhitungan mobil *Blue Warrior* perlu dilakukan perhitungan dengan sistem suspensi. Dengan tujuan untuk perhitungan yang lebih mendalam.
2. Pemilihan ban sangat berpengaruh terhadap karakter mobil Ketika berbelok. Penggunaan ban gundul (*slick*) lebih disarankan untuk penggunaan performa. serta lebar ban yang lebih lebar untuk traksi yang lebih baik.
3. Peningkatan *downforce* pada mobil disarankan untuk meningkatkan traksi pada ban. Peningkatan *downforce* pada bagian belakang disarankan untuk mengurangi efek *oversteer*.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

REFERENSI

- Aditya, R., & Golwa, G. V. (2023). ANALISIS PENGARUH JARAK SUMBU RODA TERHADAP RADIUS BELOK PADA MOTOR LISTRIK E-NIAGA GENI BIRU 3 RODA. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(3), 168.
- Bonera, E., Gadola, M., Chindamo, D., Morbioli, S., & Magri, P. (2020). On the influence of suspension geometry on steering feedback. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(12). doi: 10.3390/app10124297
- Classroom Manual for Automotive Suspension & Steering Systems Fifth Edition.* (n.d.).
- Dan Kondisi Jalan, K., Ziyad Akbar, R., Haryanto, I., & Dwi Haryadi, G. (2021). ANALISIS STABILITAS BELOK BUS LISTRIK MEDIUM DENGAN VARIASI. In *Jurnal Teknik Mesin S-1* (Vol. 9, Issue 2).
- Dixon, J. C. (2009). *Suspension Geometry and Computation*.
- Dumatubun, H., Salo, R., & Sikombong, Y. (2022). RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM KEMUDI PADA MOBIL SUZUKI CARRY PICK UP. *Jurnal Teknik AMATA*, 03(1).
- Dwi Artika, K., Syahyuniar, R., Priono, N., Pengajar Jurusan Mesin Otomotif, S., Negeri Tanah Laut, P., Jurusan Mesin Otomotif, M., Negeri Tanah Laut Jl Yani Km, P. A., & Tanah Laut Kalimantan Selatan, P. (2017). *Artika, dkk. Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik | 1 PERANCANGAN SISTEM KEMUDI MANUAL PADA MOBIL LISTRIK*. 4(1).
- Gautam, P., Sahai, S., Kelkar, S. S., Agrawal, P. S., & D, M. R. (2021). Designing Variable Ackerman Steering Geometry for Formula Student Race Car. *International Journal of Analytical, Experimental and Finite Element Analysis (IJAEFEA)*, 8(1). doi: 10.26706/ijaefea.1.8.20210101
- Gillespie, T. D. (2010). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*.
- Hendrianto, *, Haryanto, I., & Prahasto, T. (n.d.). ANALISIS PERFORMA SUSPensi MOBIL SEDAN PADA SAAT CORNERING MELALUI METODE MULTIBODY DYNAMICS (MBD). In *Jurnal Teknik Mesin S-1* (Vol. 11, Issue 4).
- Hou, Z., Yao, K., Wang, S., Xin, T., & Gao, Y. (2009). Optimum design of Ackerman steering trapezium based on ADAMS. *2009 2nd International Conference on*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Intelligent Computing Technology and Automation, ICICTA 2009, 3, 245–248.
doi: 10.1109/ICICTA.2009.526

How To Make Your Car Handle - Fred Puhn-1. (n.d.).

Karmiadji, D. W., Gozali, M., Setiyo, M., Raja, T., & Purnomo, T. A. (2021). Comprehensive Analysis of Minibuses Gravity Center: A Post-Production Review for Car Body Industry. *Mechanical Engineering for Society and Industry, 1*(1), 31–40. doi: 10.31603/mesi.5250

Legowoh, R. N., Fahrudin, A., & Akbar, A. (2024). ANALISA PENGARUH WIND SHIELD DAN REAR BOX TERHADAP GAYA HAMBAT UDARA PADA SEPEDA MOTOR. *Otopro, 55–59*. doi: 10.26740/otopro.v19n2.p55-59

Liu, S. (2023). Analysis of the Car Model and Ackermann's Steering Geometry. In *Highlights in Science, Engineering and Technology AETS (Vol. 2022)*.

Pacejka, H. B. (2012). Tire Characteristics and Vehicle Handling and Stability. In *Tire and Vehicle Dynamics* (pp. 1–58). Elsevier. doi: 10.1016/b978-0-08-097016-5.00001-2

Pembimbing DrEng Unggul Wasiwitono, D. (2015). *STEERING SYSTEM ANALYSIS OF BRAJAWAHANA ELECTRIC CAR TOWARD ACKERMAN PRINCIPLE*.

Pradana, T. R., & Sutantra, I. N. (2016). *Analisa Perilaku Arah Kendaraan dengan Variasi Posisi Titik Berat, Sudut Belok dan Kecepatan Pada Mobil Formula Sapuangan Speed 3*.

Publishing, H. (n.d.). *COMPETITION CAR DESIGN, CONSTRUCTION, TUNING ALLAN STANIFORTH*.

Romadhon, A. Y., Cahyadi, C., & Ramdhani, ikbar. (2024). *PENERAPAN GAYA GESEK PADA REM DENGAN BAN*.

Setyono, B., & Salam, R. (n.d.). *Analisis Perilaku Belok Sistem Steering Mobil Hibrid BED-18 Penggerak Udara Bertekanan dan Motor Listrik*.

Sui, D., & Zhang, Y. (2023). Analyzation of the Application Scenarios of Ackerman Geometry based on Vehicle Steering Model. In *Highlights in Science, Engineering and Technology MCEE (Vol. 2023)*.

Sutantra, N., & Sampurno, I. B. (2010). *Penerblt Guna Wldya Edlsl Kedua lnatltut Teknologl Sepuluh Nopember (Vol. 60282)*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Taibu, R., & Mataka, L. M. (2025). Textbook Presentation of Circular Motion Dynamics: Centrifugal Force Controversy & Implications for Teaching. In ELECTRONIC JOURNAL FOR RESEARCH IN SCIENCE & MATHEMATICS EDUCATION (Vol. 29, Issue 1).

Tukimun, T., Bachtar, E., & Setiady Pasaribu, J. (2023). *FISIKA DASAR I*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/371487008>

Zhang, J., Cai, W., & Tan, F. (2013). Design and analysis of ADAMS simulation for a new-type automobile steering mechanism. *Advanced Materials Research*, 706–708, 1250–1253. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.706-708.1250

